# Die
# Statocysten der Cephalopoden.

Inaugural-Dissertation

zur

**Erlangung der Doctorwürde**

einer

**hohen naturwissenschaftlichen Facultät**

der

**Eberhardt-Karls-Universität zu Tübingen**

vorgelegt von

Ronald Hamlyn-Harris
aus England.

Mit 5 Tafeln und 10 Abbildungen im Text.

**Jena,**
Gustav Fischer.
1903.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547018_0129

# Die
# Statocysten der Cephalopoden.

Inaugural-Dissertation

zur

**Erlangung der Doctorwürde**

einer

**hohen naturwissenschaftlichen Facultät**

der

**Eberhardt-Karls-Universität zu Tübingen**

vorgelegt von

Ronald Hamlyn-Harris
aus England.

Mit 5 Tafeln und 10 Abbildungen im Text.

**Jena,**
Gustav Fischer.
1903.

Von der Facultät angenommen am 29. Juli 1902.

**Abdruck**

aus den

Zoologischen Jahrbüchern,

Abtheilung für Anatomie und Ontogenie der Thiere.

Herausgegeben von Prof. Dr. J. W. Spengel in Giessen.

**Achtzehnter Band, 3. Heft, 1903.**

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Die durch Grösse und hohe Organisation bemerkenswerthen Statocysten der Cephalopoden sind noch nicht so genau bekannt, wie das wünschenswerth ist. Darum benutzte ich die Gelegenheit eines Aufenthalts an der Zoologischen Station in Neapel, Material zu sammeln, um diese Organe eingehender zu studiren.

Das Thema wurde mir von meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. Blochmann vorgeschlagen.

Die folgenden Untersuchungen — in Neapel angefangen und in dem Zoologischen Institut der Universität Tübingen weiter geführt und beendet — behandeln die beiden Abtheilungen der Dibranchiaten, die Decapoden und Octopoden.

Ich möchte nicht unerwähnt lassen, dass ich der British Association for the Advancement of Science zu grossem Danke verpflichtet bin für die Erlaubniss, ihren „Tisch“ in Neapel zu benutzen.

Meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. Blochmann soll auch an dieser Stelle mein verbindlichster Dank ausgesprochen sein, ebenso Herrn Prof. Dr. Hesse für die liebenswürdige Aufmerksamkeit, die beide mir geschenkt haben.

## Historische Uebersicht.

Krüger (1840) referirt bei seinen auf die Otolithen der Wirbelthiere sich beziehenden Studien das, was über die Otolithen der Cephalopoden nach den Untersuchungen von Wagner, Brandt, Scarpa, Carus, Weber, Owen bekannt war (p. 19—20). Das ist nur die allgemeine Form und Lage und der Kalkgehalt, so dass es nicht nöthig ist, genauer auf die einzelnen Angaben einzugehen.

Genaueres wurde durch die 1867 erschienene Arbeit von Owsjannikow u. Kowalewsky „Ueber das Centralnervensystem und das Gehörorgan der Cephalopoden“ und die 2 Jahre später veröffentlichten Untersuchungen Boll's, „Beiträge zur vergleichenden Histologie des Molluskentypus“, bekannt. Später sind keine eingehendern Untersuchungen über unsern Gegenstand mehr erschienen.

Die wichtigsten morphologischen Verhältnisse werden von Owsjannikow u. Kowalewsky zutreffend dargestellt.

Das Innere der Statocyste mit dem Vorhandensein der Zapfen der Decapoden, der bindegewebige Wulst der Octopoden, die Macula statica und Crista statica werden von diesen Forschern schon geschildert.

Die abwechselnde Grösse und die Formen der Zapfen, welche Owsjannikow u. Kowalewsky Ampullen nannten, werden von ihnen für *Sepia* richtig beschrieben und eine Vermuthung über den Zweck dieser Hervorragungen ausgesprochen.

Die verschiedenen Sinnesepithelien, Macula und Crista, werden von ihnen im Allgemeinen zutreffend beschrieben. Es entgingen jedoch zwei Stellen, die Sinnesepithelien führen, die von mir sogenannten „Maculae neglectae“, ihrer Aufmerksamkeit.

Dass in rein histologischer Hinsicht noch manches der weitern Aufklärung bedurfte, erklärt sich aus den von diesen Forschern angewandten, den heutigen Ansprüchen nicht mehr genügenden Untersuchungsmethoden.

Owsjannikow u. Kowalewsky erkannten im feinern Bau der Macula statica der Decapoden nur eine Art von Zellen, und zwar die von ihnen beschriebenen grossen Cylinderzellen; bei den Octopoden jedoch stellten sie eine weitere Art von Zellen fest, grosse Sinneszellen mit langen Fortsätzen, welche unterhalb der bewimperten Zellenreihe stehen, also in der Tiefe sich befinden.

Betreffs des Inhalts der Cyste stellten sie fest, dass sie mit einer klaren eiweisshaltigen Flüssigkeit ausgefüllt ist.

Die Untersuchungen von Boll (1869) beziehen sich zum grössten Theil auf den Bau der Statocysten der Octopoden und enthalten daher manches Neue.

Bei der Beschreibung der Zusammensetzung der Macula erwähnt Boll zwei verschiedene Formen von Zellen, grössere Cylinderzellen und kleinere Zellen, von denen die letztern nicht gleichmässig vertheilt sind.

Die letztern sind nach der Abbildung fig. 51, tab. 3, die Stützzellen; davon wird später noch die Rede sein.

Stützzellen der Crista gelang es Boll nicht nachzuweisen.

Die Streifung der nervösen Flimmerepithelien, die Owsjannikow u. Kowalewsky gesehen und als Fortsetzung der Wimperhaare in das Zellplasma gedeutet haben, hat auch Boll an seinen Präparaten zu Gesicht bekommen, sieht sie aber als eine Differenzirung des Zellprotoplasmas, als Protoplasmakörnchen, an.

Unerwähnt darf nicht bleiben, dass Boll mit Recht auf die Unzweckmässigkeit des von Owsjannikow u. Kowalewsky gewählten Namens „Ampullen" für die bei Decapoden vorkommenden, in den Hohlraum der Blase einspringenden Knorpelzapfen aufmerksam gemacht hat.

Kölliker (1844), Grenacher (1874), Ray Lankester (1875) und Korschelt (1892) haben die Cephalopoden entwicklungsgeschichtlich untersucht.

Kölliker entdeckte bei dieser Gelegenheit den Gang oder Canal, der mit der Statocyste in Verbindung steht und in sie einmündet — der seither seinen Namen trägt.

Kölliker fand diesen Gang bei *Loligo*-Embryonen; weitere Forscher haben ihn auch bei andern Cephalopoden nachgewiesen.

Balfour spricht die Ansicht aus, dass der Kölliker'sche Gang dem Recessus vestibuli der Wirbelthiere entspreche.

Grenacher sowohl wie Balfour nehmen an, dass der Statolith der Cephalopoden auf der Crista statica zur Bildung kommt.

Diese Annahme wurde auch von Korschelt u. Heider (1890) in das Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte aufgenommen.

Von besonderm Werth sind die physiologischen Untersuchungen von Yves Delage (1887) und von Uexküll (1894) an Cephalopoden, da durch dieselben gezeigt worden ist, dass wir es mit Organen der Orientirung und nicht, wie früher allgemein angenommen, mit Gehörorganen zu thun haben.

Delage fand bei Octopoden, dass nach Zerstörung der Statocysten und Entfernung der Statolithen, besonders beim raschern Schwimmen der Thiere, ausgesprochene Rotationsbewegungen auftreten. Beim Kriechen und beim langsamen Schwimmen tritt das nicht oder nur in geringem Maasse ein, weil dann Gesichts- und Tastsinn vicariirend eintreten. Durch gleichzeitige Zerstörung der Statocysten und Blendung treten dauernde schwere Störungen der Orientirung auf. Die Thiere bleiben längere Zeit am Leben, gehen aber schliesslich zu Grunde, weil sie nicht mehr fressen.

Dem entsprechend ist Delage der Meinung, dass die Statocysten

zur Orientirung des Thieres über seine Lage dienen, was ja mit den auch an andern Thieren neuerdings gewonnenen Erfahrungen übereinstimmt.

So haben ENGELMANN (1887) und VERWORN (1891) an Ctenophoren, KREIDL (1892 u. 1893) an Crustaceen und Fischen, BETHE (1895) an *Mysis*, BEER (1898 u. 1899) an Crustaceen ähnliche Resultate gewonnen.

Nur HENSEN in seiner Schrift (1899) „Wie steht es mit der Statocystenfunction" bestreitet die Richtigkeit dieser sonst von den meisten Physiologen getheilten Auffassung.

Ich schliesse mich den Autoren an, welche den in Rede stehenden Organen statische Functionen zuweisen, werde dem entsprechend auch die Ausdrücke Statocysten, Macula statica, Crista statica, Statolith gebrauchen.

Da es mir aber gelungen ist, 2 weitere Maculae zu entdecken, so bin ich genöthigt, die grössere und bedeutendste, auf der der Statolith ruht, als „Macula statica princeps" und die, auf welcher die Statoconien aufsitzen, nach ihrer Lage als Macula neglecta anterior und Macula neglecta posterior zu bezeichnen.

Um die Bezeichnungen der Körperverhältnisse zu vereinfachen, werde ich von Trichterseite, Schalenseite, kopfwärts und dem Eingeweidesack zu sprechen.

## Material.

Das Material, welches ich in Neapel conservirt hatte und zu meinen Untersuchungen benutzte, bestand aus folgenden Arten, deren Uebersicht nach JATTA ich hier wiedergebe.

Zur Vervollständigung liess ich mir noch manches von Neapel und Triest nachkommen.

Fam. *Ommastrephidae.*
*Todaropsis veranyi* GIRARD.
Fam. *Onychii.*
*Veranya sicula* RÜPPEL.
Fam. *Sepiolini.*
*Sepiola rondeletii* GESNER.
*Rossia macrosoma* DELLE CHIAJE.
Fam. *Sepiarii.*
*Sepia officinalis* LINNÉ.
*Sepia elegans* D'ORB.
*Sepia orbignyana* FÉR.
Fam. *Loliginei.*
*Loligo vulgaris* LAM.
*Loligo marmorae* VER.
Fam. *Octopodae.*
*Octopus vulgaris* LAM.
*Octopus macropus* RISSO.
*Octopus defilippii* VER.
*Eledone moschata* LAM.
Fam. *Ocythoe.*
*Ocythoe tuberculata* REF.

## Untersuchungsmethoden.

Die besten Resultate erhielt ich mit Material, das in Sublimat-Essigsäure conservirt war, obwohl auch Kalium-Bichromat-Essigsäure sich als ein ausgezeichnetes Conservirungsmittel bewährte.

Da sich öfters zeigte, dass in der unverletzt conservirten Statocyste die Erhaltung der histologischen Elemente nicht gut war, so wurden später die Statocysten aufgeschnitten.

Die Färbung nach HEIDENHAIN lieferte vortreffliche Bilder. Andere Färbemethoden, wie z. B. Karminlösung nach MAYER für Stückfärbung und Eosin oder Orange G-DELAFIELD'sches Hämatoxylin, genügten vollständig für die Aufklärung mancher Punkte.

Zur Entkalkung der Statolithen genügte nicht immer die Conserservirung in Sublimat-Essigsäure. Wo das nicht der Fall war, wurden die Statocysten in Celloidin eingebettet und dann mit 1—2proc. Salzsäure entkalkt; nach Auflösung des Celloidins konnte in Paraffin geschnitten werden.

## Allgemeine Form und Lageverhältnisse der Statocysten.

Fig. 1—3 und 7—11.

Im Grossen und Ganzen sind die hier zu besprechenden Verhältnisse schon von den frühern Forschern geschildert. Es hat sich jedoch noch einiges Bemerkenswerthe ergeben.

Ich bespreche zunächst die Decapoden.

Die Statocysten liegen im Kopfknorpel eingesenkt, wodurch den an und für sich zarten Organen ein bedeutender Schutz zu Theil wird.

Wenn wir bei *Sepia officinalis* am frischen Objecte nach Entfernung des Trichters den Kopfknorpel frei legen, so erscheinen die Statocysten als ganz leichte Vorwölbungen, auf denen der Knorpel dünn und daher durchscheinend ist, so dass man die kopfwärts liegenden weissen Statolithen durchschimmern sieht; an dem durch Conservirung getrübten Material ist das nicht mehr möglich. Für die genauere Darstellung ist es nöthig, die Leber zu entfernen (vgl. Fig. 25).

Um uns genau in der Lage dieser Sinnesorgane zu orientiren, können wir uns gleich zu Fig. 1 wenden, welche die Statocysten von *Sepia officinalis* und ihre nächste Umgebung makroskopisch darstellt.

Es zeigt sich, dass beide Cysten dicht an einander gelagert sind und nur durch eine dünne Scheidewand vom Knorpel getrennt werden.

Fig. 2 zeigt die rechte Statocyste von der Trichterseite her geöffnet; die epitheliale, die Maculae und Crista liefernde Auskleidung des Hohlraums liegt dem Knorpel dicht an, so dass der bei den Octopoden zwischen beiden liegende Spaltraum, der sog. perilymphatische Raum, fehlt.

Man kann also hier mit Owsjannikow u. Kowalewsky nur von einem endolymphatischen Raum, d. h. dem von dem Epithel umgrenzten Binnenraum, sprechen.

Die Knorpelwand wird von zahlreichen Blutgefässen durchsetzt.

In den Hohlraum der Cyste entsendet die Knorpelwand eine Anzahl von regelmässig angeordneten, ansehnlichen zapfenartigen Vorsprüngen, die von Owsjannikow u. Kowalewsky nicht ganz zutreffend benannten sog. Ampullen.

Sie erscheinen öfters nach dem freien Ende zu etwas verdickt. Zahl und Anordnung dieser Zapfen ist — soweit meine Untersuchungen reichen — im Grossen und Ganzen für jede Gattung constant.

Einzelne geringe Unregelmässigkeiten kommen vor.

Das Genauere zeigt die folgende Uebersicht:

| | |
|---|---|
| *Sepia officinalis* | 11 oder 12 Zapfen |
| *Sepia elegans* | 11 Zapfen |
| *Sepia orbignyana* | 11 „ |
| *Sepiola rondeletii* | 6 „ |
| *Rossia macrosoma* | 10 „ |
| *Todaropsis veranyi* | 11 oder 12 Zapfen |
| *Loligo marmorae* | 12 Zapfen |
| *Loligo vulgaris* | 12 „ |

Owsjannikow u. Kowalewsky geben für *Sepia* 16 Zapfen an. Ich habe diese Zahl nie beobachtet und muss darum wohl einen Irrthum der beiden Autoren annehmen.

Die Anordnung dieser Zapfen wird sich aus den möglichst naturgetreu ausgeführten Abbildungen Fig. 2 und 3 besser ergeben als aus einer Beschreibung.

Die Crista weist in ihrem Verlauf bestimmte Beziehungen zu den Zapfen auf. Sie springt überall leistenartig ins Innere vor, was durch eine Erhebung des Knorpels bedingt wird.

Die Crista besteht aus drei Theilen, an deren Anfang und Ende sich je ein Zapfen befindet (Textfig. A). Sie beginnt in der kopfwärts gelegenen Hälfte der Statocyste an einem der Mittelwand anliegenden Zapfen (*a* in Textfigur A, 1), gelangt dann, an der kopfwärts gelegenen Fläche weiter ziehend, an die laterale Seite und von hier aus in die dem Einge-

weidesack zugekehrte Hälfte der Statocyste (2 in Fig. A). Am Anfang und Ende stehen die Zapfen *a* und *d* die Zapfen *b* und *c* grenzen einen mittlern Theil gegen die beiden Endabschnitte ab.

Fig. A, 1.

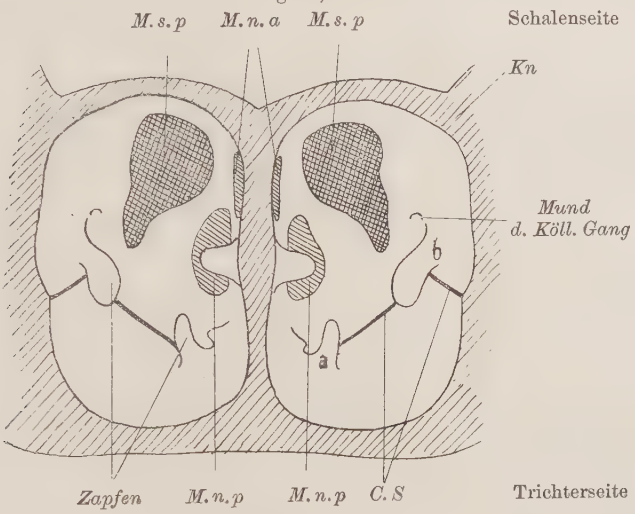



Fig. A, 2.

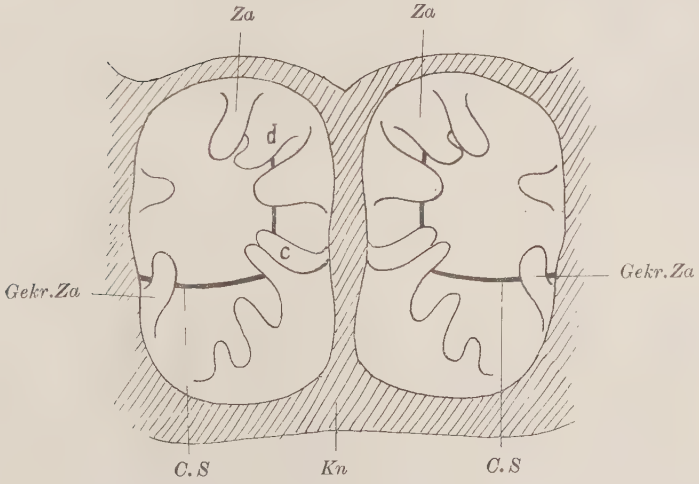



Fig. A. *Sepia officinalis.* Schematische Darstellung der innern Verhältnisse der Statocysten. 1 liegt kopfwärts, 2 dem Eingeweidesack zu. Die Statocysten sind durch einen Schnitt senkrecht auf die Medianebene des Thieres halbirt und so dargestellt, dass man in die beiden Hälften hineinsieht.

*M.s.p* Macula princeps, *M.n.a* Macula neglecta anterior, *M.n.p* Macula neglecta posterior, *a, b, c, d* siehe im Text, *C.S* Crista statica, *Kn* Knorpel, *Za* Zapfen.

Ausser diesen Zapfen findet sich ungefähr in der Mitte des mittlern Theiles ein weiterer Zapfen, der Beziehungen zur Crista aufweist, indem er sich, wie Textfig. A, 2 *Gekr. Za* zeigt, über diese hinweg krümmt (siehe auch Textfig. B).

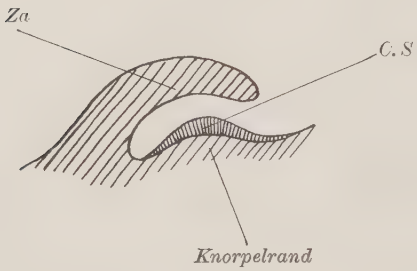



Fig. B. Ein über die Crista gekrümmter Zapfen.

Die Krümmung kann sogar so weit gehen, dass die Spitze des Zapfens die Cystenwand berührt. Bei *Loligo* beobachtete ich, dass die Spitzen zweier verschiedener Zapfen, die sich normaler Weise nur berühren, in einem Falle vollständig verschmolzen waren (Textfig. D). Das kann unter Umständen dazu führen, dass an dieser Stelle eine vollständige Verschmelzung eintritt.

Es können aber auch an dieser Stelle zwei solche einander entgegen gekrümmte Zapfen vorkommen, wie z. B. bei *Todaropsis*, so dass die Crista durch einen von den beiden Zapfenbogen verläuft.

Ebenso wie *Sepia officinalis* verhält sich *Sepia elegans*, nur sind die Zapfen etwas kleiner. Dasselbe gilt auch für *S. orbignyana*.

Bei *Loligo* findet sich in so fern ein Unterschied gegen *Sepia*, als zwar am Anfang und Ende der Crista wohl wie dort je ein Zapfen steht, der in Textfig. A mit *b* bezeichnete Zapfen wird aber nur durch eine unbedeutende Erhöhung angedeutet.

Die gekrümmten, die Crista überragenden Zapfen finden sich wie bei *Sepia*.

Fig. C, 1—3.

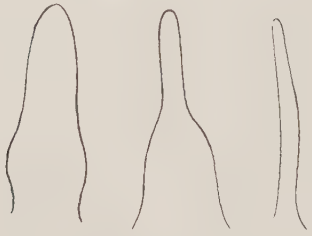



Fig. D.

Fig. C. 1 und 2 Zapfen von *Loligo vulgaris*, 3 ein Zapfen von *Loligo marmorae*.

Fig. D. Zwei mit einander verwachsene Zapfen von *Loligo vulgaris*.

In der Gestalt weichen die Zapfen von *Loligo* bedeutend von denen aller andern Decapoden ab, wie Textfig. C angiebt.

Der Zapfen 2 in Textfig. C stellt einen dar, der immer bei *Loligo*

*vulgaris* in der Nähe der Macula princeps sich befindet; ausser diesem tragen auch andere dazu bei, eine Verlagerung des Statolithen unmöglich zu machen, indem sie über denselben herrüberragen.

Dass einzelne Zapfen dazu dienen, den Statolithen gewissermaassen in seiner Lage zu halten, ergiebt sich zweifellos aus Folgendem. Wenn man eine Statocyste, wie z. B. Fig. 7 zeigt, unter die Präparirlupe bringt, mit einer Nadel versucht, den Statolithen zu bewegen und in die Höhe zu heben, so wird das durch die über den Statolithen hinragenden Zapfen verhindert.

Eine derartige Beziehung zwischen Zapfen und Statolith lässt sich jedoch bei den von mir untersuchten Formen nur für *Loligo vulgaris* feststellen.

Werfen wir einen Blick auf Fig. 14, welche den Statolithen von *Loligo vulgaris* darstellt, so können wir daraus schliessen, dass er nicht mit seiner Breitenfläche auf der Macula aufsitzt, sondern an der Stelle, welche eine etwas undeutliche Begrenzung zeigt.

Er sitzt, wie wir sehen, verschieden zu den andern Decapoden, indem er wie eine Thür auf Angeln sich bewegt.

*Loligo marmorae* weicht nur in wenigen Punkten von *Loligo vulgaris* ab, und zwar hauptsächlich in der Gestalt der Zapfen.

Textfig. C, 3 stellt einen solchen dar. Sie sind im Allgemeinen schmal und dünn und leicht biegsam.

Es sind, wie bei *Loligo vulgaris*, auch 12 solche vorhanden.

Textfig. E zeigt die Verhältnisse von *Todaropsis*. Sie stellt die Statocysten in zwei Hälften dar und zwar gerade wie die von *Sepia officinalis* (Textfig. A).

Daraus geht hervor, dass der Verlauf der Crista ein ähnlicher ist wie bei *Sepia officinalis*.

Die Zapfen dagegen sind etwas anders angeordnet.

An der Stelle, wo der erste und der mittlere Theil der Crista zusammenstossen, fehlt der Zapfen wie bei *Loligo* (bei *x* in Textfig. E, 1).

An der Schalenseite der Knorpelkapsel sind je 3 Zapfen vorhanden, von diesen ist einer ein Endzapfen.

An der Zwischenwand sind stets 3 vorhanden, während, wie wir sehen, *Sepia* 4 hat.

Die Gesammtzahl der Zapfen beträgt 11 oder 12, sie sind im Vergleich mit denen von *Sepia* meist verhältnissmässig klein.

Bemerkenswerth ist, dass die Crista von zwei gekrümmten, einander zugekehrten Zapfen in der Mitte überragt wird (*Gekr. Za*).

Bei *Sepiola* (Textfig. F) ist die Zahl der Zapfen viel kleiner als bei *Sepia* und *Loligo*.

Fig. E, 1.

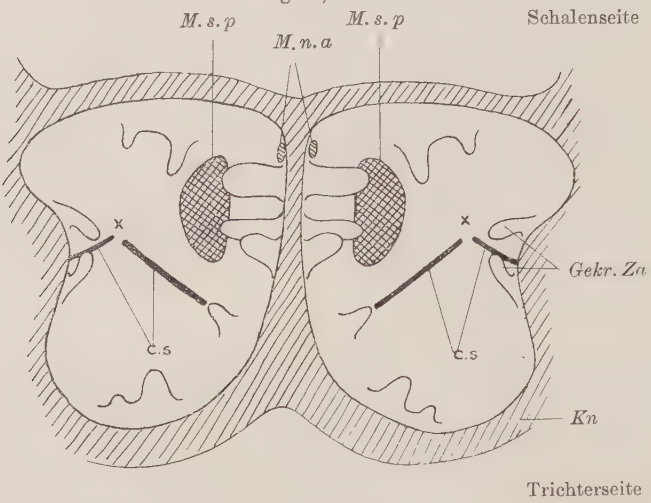



Fig. E, 2.

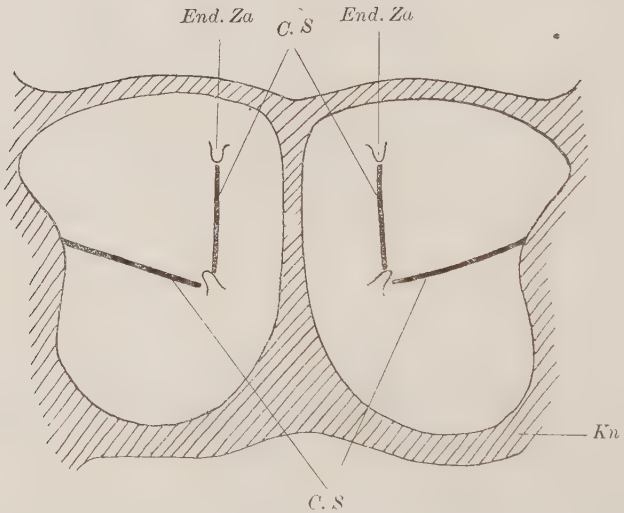



Fig. E. *Todaropsis veranyi.* Schematische Darstellung der innern Verhältnisse der Statocysten. Die Statocysten sind durch einen Schnitt senkrecht auf die Medianebene des Thieres halbirt und so dargestellt, dass man in die beiden Hälften hineinsieht. 1 liegt kopfwärts, 2 dem Eingeweidesack zu. Bezeichnungen wie in Textfig. A.

Es finden sich im Ganzen 6. Der an der Mittelwand sitzende ist wesentlich grösser als die übrigen.

4 von den 6 stehen in Beziehung zu der Crista.

Was die Crista selbst anbelangt, so finden wir bei *Sepiola rondeletii* sowohl wie bei *Rossia macrosoma* einen — jedoch nicht bedeutenden — Unterschied im Vergleich mit andern Decapoden.

Es hört nämlich die Crista nicht wie sonst an dem Zapfen auf, sondern setzt sich über ihn hinaus auf die beide Cysten trennende Scheidewand fort.

Für das Verhalten der Crista an der winkligen Abknickung gilt das für *Loligo* Gesagte.

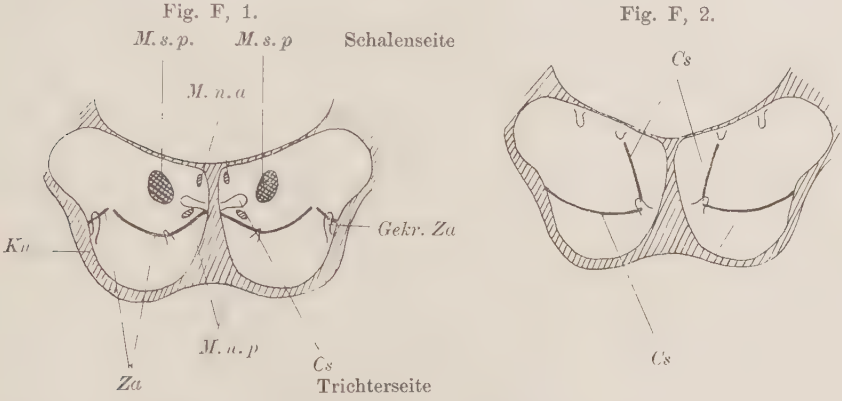



Fig. F. *Sepiola rondeletii.* Schematische Darstellung der innern Verhältnisse der Statocysten. Die Statocysten sind durch einen Schnitt senkrecht auf die Medianebene des Thieres halbirt und so dargestellt, dass man in die beiden Hälften hineinsieht. 1 liegt kopfwärts, 2 dem Eingeweidesack zu. Bezeichnungen wie in Textfig. A.

Die mit *Sepiola* nahe verwandte *Rossia* (Fig. 10, 11) schliesst sich, was die Zahl der Zapfen anlangt, näher an *Sepia* als an *Sepiola* an. *Rossia* hat 10 Zapfen, während *Sepia rondeletii* nur 6 hat.

Die Zwischenwand von *Sepiola* besitzt 1 Zapfen; *Rossia* hat 3 solche.

Ausserdem sitzt bei *Rossia* ein ziemlich dicker Zapfen in der Nähe der Crista (Fig. 11).

Zwei weitere kleine Zapfen sind vorhanden, die aber nicht auf Fig. 11 zu sehen sind. Wegen der Wölbung der Knorpelwand sind sie von dem überliegenden Theil der Kapsel bedeckt; einer befindet sich am Ende der Crista, ist also ein Endzapfen, der andere ist weiter von diesem entfernt, die beiden verhalten sich genau wie die entsprechenden bei *Sepiola rondeletii.*

Der 10. Zapfen sitzt, wie in Fig. 11, auf der hintern Wand der Vertiefung dem Eingeweidesack zu und ist nur sehr klein.

Ebenfalls finden wir, was die Crista sowohl wie ihr Verhalten zu den Zapfen anlangt, keine Verschiedenheit gegen *Sepiola*.

Die Statocysten von *Veranya sicula* — einer kleinen durchsichtigen pelagischen Form — nehmen einen beträchtlichen Theil des Kopfes ein.

Der Kopfknorpel ist wenig voluminös, Zapfen sind nur spärlich vorhanden. Ich konnte nur 4 feststellen. Es stehen auch diese in Beziehung zu der Crista.

Der wichtigste Endapparat des Organs ist die verhältnissmässig grosse Sinnesplatte — die Macula statica princeps —, auf welcher der Statolith ruht.

Sie ist leicht zu erkennen und befindet sich bei allen Decapoden in derselben Region.

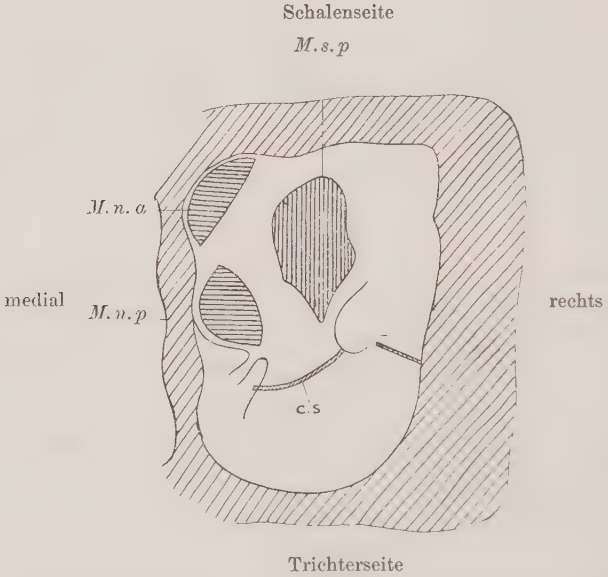



Fig. G. Die kopfwärts gelegene Hälfte der rechten Statocyste von *Sepia officinalis*, Lage und Umriss der Maculae neglectae und der M. princeps zeigend.

Wenn wir einen Schnitt senkrecht zur Längsaxe des Thieres machen, so kommt ein Bild wie Fig. 3 zu Stande, wobei wir sehen, dass die Macula immer auf der kopfwärts gelegenen Fläche der Cystenwand sich befindet.

Die Macula princeps ist in eine Spitze ausgezogen, die sich nach der Trichterseite wendet. Dieser entspricht auch die Spitze des Statolithen.

Die Macula princeps, die bei *Sepia*-Arten eine in der Textfig. G angegebene Gestalt hat, variirt bei andern Formen etwas im Umriss. Da die Macula princeps den Statolithen erzeugt, so richtet sich die Gestalt der Basis des Statolithen nach der Form der Macula.

Die Maculae neglectae, deren Lage in Textfig. G zu erkennen ist, sind verhältnissmässig klein und liegen so versteckt, dass es verständlich ist, dass man sie lange übersehen hat.

Die Macula neglecta anterior liegt ungefähr in dem Winkel, den die Scheidewand der beiden Statocysten mit der Wand der Schalenseite bildet, die Macula neglecta posterior dagegen liegt auf der Scheidewand weiter der Trichterseite zu, hat eine etwas gebogene Gestalt und wird von Zapfen überragt, so dass, wenn dieselben nicht weggeschnitten sind, die Macula posterior nicht zu erkennen ist.

Eine Ansicht, wie sie Textfig. G bietet, erhält man nur, wenn man den rechten Rand des Präparats in die Höhe hebt, so dass es möglich wird, auf die Fläche der Zwischenwand zu sehen.

Die Macula neglecta posterior springt flach gewölbt etwas in die Cyste vor.

Die Maculae neglectae sind von Statoconien bedeckt. Diese sind in grosser Zahl durch eine gallertartige Masse zu einem Haufen von bestimmter Form verbunden. Der Umriss dieser Conglomerate entspricht dem der Maculae. Textfig. G giebt diese Gestalt genau an.

Die Statoconienanhäufungen finden sich mit den Maculae neglectae bei allen von mir untersuchten Decapoden.

Der Kölliker'sche Canal ist von Kölliker für *Loligo*- und *Sepia*-Embryonen ziemlich eingehend beschrieben.

Kölliker gelang es nicht, den Gang bei erwachsenen Cephalopoden nachzuweisen. Dagegen erwähnten Owsjannikow u. Kowalewsky sein Vorhandensein. Noch weiter geht Boll und behauptet, dass der Canal nach aussen münde.

Mir ist es nicht gelungen, diese äussere Mündung aufzufinden; meine Untersuchungen ergeben, dass er in allen Fällen blind endet. Es gelang mir bei jedem von mir untersuchten Cephalopoden, sowohl bei Embryonen wie bei ausgewachsenen Exemplaren, den Canal aufzufinden.

Kölliker, dessen Beschreibung sich in erster Linie auf Embryonen von *Loligo* bezieht, giebt an, dass der Verlauf des Ganges Sförmig ist, wobei der untere Bogen zusammengequetscht ist, giebt aber zu, dass bei *Sepia*-Embryonen der Canal kürzer ist; dies stimmt auch mit meinem Befunde überein.

Die innere Oeffnung des Ganges liegt in der Nähe der Macula princeps, vergl. Textfig. A, also an der kopfwärts liegenden Wand der Cyste.

Schliesslich bleibt noch die Flüssigkeit der Statocysten zu erwähnen.

Nach Owsjannikow u. Kowalewsky ist der Inhalt eine klare, eiweisshaltige Flüssigkeit; dies kann ich bestätigen.

## Form und Lageverhältnisse der Statocysten bei den Octopoden.

Fig. 4—6, 39 und 43.

In den gröbern Verhältnissen ergeben sich für die Octopoden im Vergleich mit den Decapoden nicht unwesentliche Unterschiede, die natürlich auch schon von frühern Untersuchern gesehen wurden.

Am meisten bemerkenswerth ist, dass das Epithel der Statocyste dem Knorpel nicht direct aufliegt wie bei den Decapoden, sondern eine von dem Knorpel getrennte bindegewebige Grundlage hat.

Zwischen dieser und dem Knorpel besteht ein ansehnlicher Zwischenraum, der sog. perilymphatische Raum (Fig. 4).

In diesem wird die Cyste aufgehängt erhalten durch stark entwickelte Bindegewebsstränge, welche Blutgefässe führen.

Diese Stränge mit ihren Blutgefässen sind, wie schon Boll hervorgehoben hat, in grosser Zahl vorhanden.

Boll spricht von der Blase als einer flottirenden und sagt, dass sie nur durch diese Gefässe, den Nerven und unrichtiger Weise durch den Kölliker'schen Gang an der knorpligen Wand der Höhlung befestigt sei.

Da die Blasenwand aber an einer Stelle (am Nerveneintritt) in grösserer Ausdehnung mit der Knorpelkapsel verwachsen und ausserdem durch zahlreiche Bindegewebsstränge befestigt ist, so kann man wohl kaum von Flottiren sprechen.

Schon makroskopisch fällt an der geöffneten Cyste auf, dass die bei Decapoden so charakteristischen Zapfen fehlen.

Es findet sich jedoch eine Einrichtung, die wohl Anklänge an die Zapfenbildung bietet, nämlich der sog. bindegewebige Wulst.

Dieser Wulst besitzt bei *Octopus* auf je einer Seite kleine, zapfenähnliche Gebilde.

Fig. 43 zeigt zwei solche Gebilde von *Ocythoe tuberculata.*

Bei *Eledone moschata* lassen sich mehrere solche kleine Ausstülpungen nachweisen.

Ein Blick auf Fig. 6, welche eine schematische Darstellung einer Cyste der Octopoden ist, wird uns sofort über die wichtigsten Verhältnisse orientiren.

Der endolymphatische Raum ist von der Blasenwand begrenzt.

Die Blase von *Octopus vulgaris* repräsentirt ein ziemlich dünnes und zartes Häutchen, welches mit der Knorpelkapsel am Nervenzutritt verwachsen ist.

Der endolymphatische Raum ist auch hier von einem einschichtigen Epithel ausgekleidet, welches sich an bestimmten Stellen zu Sinnesepithelien der Macula und der Crista umgewandelt hat.

An diesen Stellen, also im Gebiet der Macula und der Crista, ist die Blasenwand verdickt.

Eine weitere Verdickung wird durch den erwähnten bindegewebigen Wulst bewirkt.

Die Macula stellt eine etwa ovale Platte dar, welche der Form der Basis der Statolithen entspricht. Ich habe hier keine Abbildung der obern Ansicht der Macula gegeben, da Owsjannikow u. Kowalewsky und Boll diese Verhältnisse genügend dargestellt haben.

Ihre Lage ist aus Fig. 5 zu erkennen. Sie liegt kopfwärts.

Der statische Nerv, der sich in zwei Theile spaltet, durchbohrt die Knorpelmasse; der Nerv der Macula — von Boll Nervus laminae acusticae genannt — durchsetzt die Blasenwand und läuft auf ihrer Innenseite bis in die Mitte der Macula, von dort aus sendet er seine Fasern radiär nach allen Richtungen.

Diese Thatsache erkannten Owsjannikow u. Kowalewsky und ebenso Boll.

Die Crista verläuft in der nächsten Nähe des bindegewebigen Wulstes vorbei und beschreibt etwa eine Schraubenwindung, welche in der Region der Macula endigt und nur durch einen kleinen Zwischenraum von ihr getrennt ist.

Von einer Zertheilung der Crista in einzelne Stücke, wie sie bei den Decapoden in Betracht kommt, ist hier keine Rede.

Der Kölliker'sche Gang ist auch bei den Octopoden vorhanden und erreicht eine nicht unbedeutende Ausdehnung.

Während er aber bei den Decapoden in den Kopfknorpel eindringt, ist er bei den Octopoden in seinem ganzen Verlauf auf die vom Knorpel getrennte Blasenwand beschränkt.

Zur Orientirung über seine Lage wenden wir uns zuerst zu Fig. 39, welche zeigt, dass er von der Stelle aus, wo er aus der Statocyste

entspringt, auf die Crista in spitzem Winkel zuläuft. Das Weitere zeigt Textfig. J.

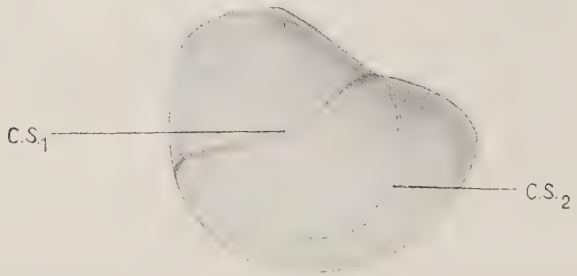



Fig. H. Der Verlauf der Crista auf der Blasenwand von *Octopus vulgaris*. Ansicht auf die Blase rechts von aussen. $C.S_1$ endigt in der Nähe der Macula princeps, $C.S_2$ endigt auf der untern (kopfwärts gelegenen) Seite der Blase.

Von der Einmündungsstelle erweitert sich der Canal etwas, um in der Nähe der Crista eine Einschnürung zu erfahren; von hier aus zieht er der Crista entlang, um dann, hakenartig umgebogen, sogar unter dieselbe zu gelangen. Dieser letzte Abschnitt ist sehr eng und endigt blind geschlossen.

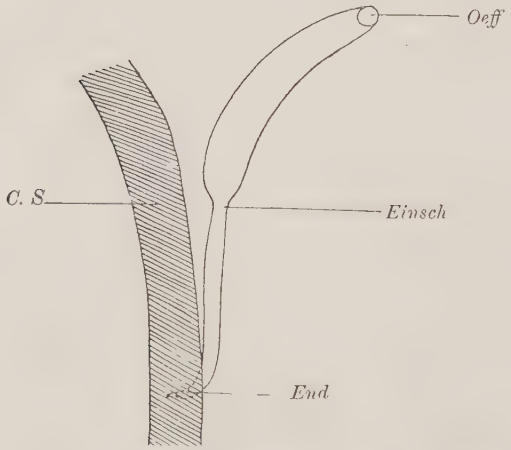



Fig. J. Der KÖLLIKER'sche Gang von *Octopus vulgaris* in seiner Beziehung zu der Crista auf der Blasenwand. Ansicht auf die Blasenwand der lateral aufgeschnittenen Cyste. *C. S* Crista statica, *End* Endabschnitt unter der *Crista*, *Einsch* Einschnürung, *Oeff* Oeffnung.

Die Angabe von OWSJANNIKOW u. KOWALEWSKY und eine ähnliche Bemerkung von BOLL, dass der Ausführungsgang den Knorpelschädel durchbohrt, habe ich nicht bestätigen können.

Angenommen, dass OWSJANNIKOW u. KOWALEWSKY Recht hätten, so wäre eine Fortsetzung des Canals nur auf zweierlei Weise möglich, erstens der Gang müsste den perilymphatischen Raum durchwandern und so an die Knorpelkapsel gelangen, oder sie müsste ihren Verlauf in der Blasenwand beschränken und an der Verwachsungsstelle den Knorpel durchbohren.

Weder von dem einen noch dem andern habe ich etwas gesehen.

## Feinerer Bau der Statocysten.

Der feinere Bau zeigt bei den einzelnen Arten der beiden grossen Gruppen keine bedeutenden Verschiedenheiten.

Ich werde darum von Decapoden und Octopoden je eine Form — *Sepia officinalis* und *Octopus vulgaris* — genauer behandeln und daran anschliessend das anführen, was für andere Formen bemerkenswerth erscheint.

### A. *Sepia* und die Decapoden.

Die Statocyste wird von einem einfachen niedrigen Epithel ausgekleidet, aus welchem an einzelnen Stellen Sinnesepithelien entstehen, die einen complicirtern Bau aufweisen, die als Mac. princeps, M. neglectae und Crista unterschieden werden.

#### Die Macula princeps mit dem Statolithen. Fig. 12—17, 21—24.

Die Macula princeps (Fig. 17, 21—24) besteht aus einem einschichtigen Epithel, das .sich aus Sinneszellen und Stützzellen zusammensetzt.

In der Tiefe des Epithels findet sich eine Nervenschicht.

Im Allgemeinen sind die beiden Zellenarten über die ganze Ausdehnung der Macula hin gleichmässig gemischt, in der Mitte jedoch (Fig. 17) findet sich eine umschriebene Stelle, wo Sinneszellen vollständig fehlen und die Stützzellen dicht zusammen schliessen zur Bildung eines niedrigen Cylinderepithels.

Am Aussenrande der Macula findet durch Niedrigerwerden der Zellen und Verschwinden der Sinneszellen ein ganz allmählicher Uebergang in das allgemeine Epithel statt.

Die Stützzellen (Fig. 22) sind in ihrem Körper schlank, fadenförmig, sie sitzen mit ihrem füsschenartig ausgebildeten Ende auf der Knorpelwand auf und stehen durch flügelförmige Fortsätze mit einander in Verbindung, wodurch auf Flächenbildern oder Flächenschnitten ein Netzwerk zu Stande kommt, wie es Fig. 27 für die Maculae neglectae zeigt. In dem Maschenraum dieses Netzwerks liegen die ansehnlichen Sinneszellen.

Das freie Ende der Stützzellen verbreitert sich etwas und bildet durch Zusammenfliessen mit den benachbarten eine Lamina terminalis,

die zum Durchtritt der Endabschnitte der Sinneszellen siebartig durchbrochen ist (Fig. 23), so dass eine gewisse Aehnlichkeit mit der Membrana reticularis des Corti'schen Organs zu Stande kommt.

Die Sinneszellen werden nicht, wie es Owsjannikow u. Kowalewsky darstellen, von den Nervenfasern umsponnen, sondern sie entsenden diese, sind also primäre Sinneszellen, wie das für Wirbellose die Regel ist.

Schon an verhältnissmässig jungen Embryonen von *Sepia officinalis* ist diese Thatsache sehr deutlich nachzuweisen (Fig. 24).

Diese Zellen, deren Kern ziemlich gross ist, zeigen bei in Sublimat-Essigsäure conservirten Präparaten eine körnige Structur.

Am freien Ende der Zellen sitzen die Basalkörper, die Cilien setzen sich in die Zellen fort.

Owsjannikow u. Kowalewsky haben diese Streifung der grossen Sinneszellen richtig gesehen und auch als die Cilienfortsätze gedeutet.

Der Nerv, der ungefähr in der Mitte der Mac. princeps den Knorpel durchsetzt, spaltet sich, so dass jeder Theil eine bestimmte Region der Mac. princeps versorgt (Fig. 17), sendet von hier aus seine Fasern in allen Richtungen, so dass unterhalb der Zellen sich ein Geflecht von Nervenfasern entwickelt, in dessen bindegewebigem Gerüst Gefässcapillaren verlaufen, wie Fig. 26 zeigt.

Wenn wir Fig. 12 betrachten, welche den Statolithen makroskopisch darstellt, und zum Verständniss dieser noch die folgende Fig. 13 heranziehen, so zeigt sich, dass der Statolith ziemlich complicirte Reliefverhältnisse aufweist.

Obwohl die angegebene Form der Statolithen die häufigste ist, so scheint eine absolute Gleichförmigkeit keineswegs der Fall zu sein.

Es kommen Unterschiede vor unter den einzelnen Exemplaren derselben Art; so fand ich z. B. öfters Statolithen von *Sepia*, die, anstatt nach unten zugespitzt zu sein, abgerundet waren und die auch sonst geringe Abweichungen zeigten.

Ob das Alter des Thieres die Form beeinflusst, bin ich nicht im Stande zu sagen, unmöglich wäre das jedoch nicht.

Der Statolith ist zusammengesetzt aus einzelnen Elementen von schlank prismatischer Form. Sie bestehen aus einer organischen Grundsubstanz, in die kohlensaurer Kalk eingelagert ist (Fig. 13).

Die Auflösung des kohlensauren Kalkes geht sehr langsam vor sich; das Gas tritt nur an der Unterfläche desselben heraus, wenn nicht in der Präparation die cuticulare Membran zerrissen wird.

Wenn die Auflösung des Kalkes sich vollzogen hat, so bleibt die

organische Hülle, die die einzelnen Kalkelemente umgiebt, ohne Veränderung ihrer Structur erhalten.

Der Statolith ist an der Macula befestigt durch Vermittlung einer grössern Anhäufung von organischer Substanz ohne Kalkeinlagerung und von mässig fester Consistenz. Diese organische Masse ist nur in dem Bezirk der Macula entwickelt, in dem sich Sinneszellen finden. Das Wimperbüschel einer jeden Sinneszelle dringt in ein Loch dieser organischen Substanz ein, so dass ein ziemlich festes Anhaften des Statolithen erzielt wird.

Fig. 14 stellt den Statolithen von *Loligo vulgaris* dar; die Einbuchtung, die hier am linken Rande erscheint, kommt so zu Stande, dass eine Quantität organischer Masse wie ein Pfropf hineinpasst, welcher immer beim Herauspräpariren des Statolithen herausfällt. Diese Eigenthümlichkeit ist für *Loligo vulgaris* charakteristisch.

Der Statolith von *Todaropsis veranyi* (Fig. 15) zeigt eine merkwürdige Gestalt, ganz abweichend von denen, die wir bei *Sepia* und *Loligo* kennen gelernt haben. Ganz besonders deutlich lässt sich hier die Abgrenzung des kalkfreien und des verkalkten Theiles erkennen. In der Figur entspricht die linke, dunkler gehaltene Hälfte dem kalkfreien Antheil. Er ist an zwei Stellen von ansehnlichen Oeffnungen durchbrochen. Die rechte, verkalkte Hälfte zeigt deutlich die Prismenstructur. Die Prismen laufen alle auf einen Punkt zusammen, der sich über die allgemeine Oberfläche erhebt.

Der Statolith von *Sepiola rondeletii* zeigt in seinem Bau ähnliche Reliefverhältnisse wie die von *Sepia, Loligo* und andere (Fig. 16).

Der krystallinische Theil hat eine besonders steile Erhöhung erfahren und zwar nicht in der Mitte des Statolithen, sondern das Hauptgewicht ist nach hinten verlegt, während die organische Masse sich mehr am vordern Ende befindet.

Ein merkwürdiger Zustand zweier Statolithen, die aus einem Paar Statocysten von *Sepiola rondeletii* entfernt wurden und die sich beide gleich verhielten, möchte ich noch hier besprechen.

Nachdem die Statolithen längere Zeit in Alkohol gelegen hatten, wurden sie durch Xylol geführt und in Balsam eingeschlossen.

Schon in Xylol kam ein nach innen liegender, krystallinischer, deutlich begrenzter Kern zum Vorschein, der in seiner Structur erkennen lässt, dass er gewissermaassen aus 3 Anhäufungen von Kalkelementen aufgebaut ist.

Die krystallinische Masse, die diesen Kern umgiebt, war zuerst

noch zu erkennen, verschwand aber nach einer Zeit, jedoch hebt sich dieser Theil noch deutlich von den benachbarten ab.

Ob dieses Verhalten ein normales ist, bin ich nicht im Stande zu sagen.

Der Statolith von *Rossia macrosoma* (Fig. 10), der, wie überhaupt bei allen Decapoden, in einem tiefen Einschnitt der Knorpelkapsel liegt, weicht von dem von *Sepia officinalis* in seinem Relief ziemlich ab.

Die Theile des Statolithen von *Sepia officinalis*, die am höchsten in die Höhe ragen, liegen bei *Rossia* gerade umgekehrt: die Spitze, die bei *Sepia* am tiefsten liegt, ragt in die Höhe, ebenfalls der breitere Theil, welcher von der Scheidewand am weitesten entfernt liegt, kehrt seine gewölbte Fläche nach unten (Fig. 10).

Am höchsten liegt der Theil, der gerade über der Macula princeps ist.

Da ich nur ein Exemplar von *Veranya sicula* zur Verfügung hatte, so kann ich über den Statolithen nur wenig sagen; er scheint sich aber der Form nach denen von *Sepiola* anzuschliessen.

Bemerkenswerth ist jedoch, dass ich am Rande desselben Blasen oder, besser gesagt, grössere Hohlräume aufgefunden habe, deren Auftreten und Bedeutung ich mir nicht erklären kann, wenn es nicht mit angewandten Conservirungsflüssigkeiten zusammenhängt, was bei Essigsäure der Fall sein könnte, obwohl es nicht wahrscheinlich ist, sonst wäre dasselbe Erscheinen auch an andern gleich fixirten Präparaten zu sehen.

## Die Maculae neglectae der Decapoden und die Statoconien.

Fig. 18—20, 26 u. 27.

Nachdem wir den feinern Bau der Macula princeps kennen gelernt haben, brauchen wir uns nur dieselbe ins Kleinere zu übertragen, und wir haben im Wesentlichen die Verhältnisse, wie sie für die Maculae neglectae in Betracht kommen, nur in einem Punkte, abgesehen von der Grösse, weichen sie von der Mac. princeps ab, und das ist betreffs der Richtung, die die Sinneszellen gegen die von ihnen entspringenden Nervenfasern einnehmen. Sie sind von diesen ziemlich scharf abgeknickt, und zwar nach verschiedenen Richtungen (Fig. 26). Die Sinneszellen, die ziemlich klein sind, tragen auf ihrem freien Ende auch zahlreiche Sinneshaare. Auch hier haben wir es mit primären Sinneszellen zu thun.

Um die Verbreitung der Stützzellen klar zu machen, ist die Macula neglecta von der Fläche auf Fig. 27 dargestellt.

Die Stützzellen umspinnen die Sinneszellen und stehen alle mit einander in Verbindung.

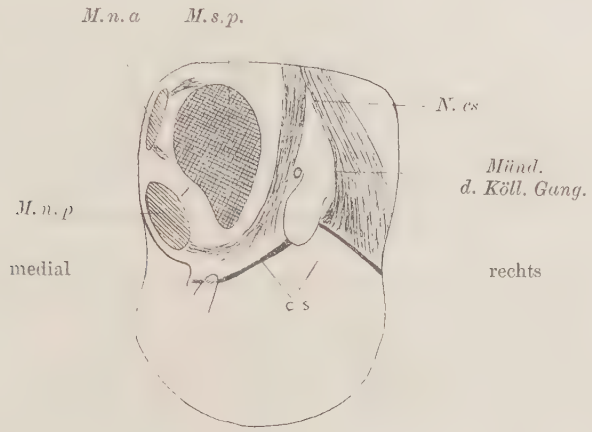



Fig. K. *Sepia officinalis.* Flächenansicht der Vertheilung der Nerven auf der kopfwärts gelegenen Hälfte der Statocystenwand.

Die Nerven, die die Maculae neglectae versorgen, laufen an der Macula princeps vorbei und innerviren die erstere, indem die Nervenfasern sich je nach rechts und links spalten (Textfig. K).

Die Statoconien bestehen aus einer organischen Masse mit Einlagerung von kohlensaurem Kalk; sie sind dem entsprechend doppeltbrechend. Sie haben verschiedene Formen; meist sind sie spindelförmig, manche sind kahnförmig, manche wie Nadeln ausgezogen (Fig. 18).

Die Statoconien, und zwar solche, die kurz und dick sind, erinnern an die von Boll abgebildeten Otolithen von *Succinea amphibia.*

Die Statoconien von *Sepia officinalis* sind spindelförmig, mit 6eckigem Querschnitt (Fig. 19). Sie bestehen aus einer sehr zarten organischen Grundlage, die sich oberflächlich zu einer deutlichen Membran verdichtet und den Kalk eingelagert enthält.

Ein charakteristischer Unterschied zwischen den Statoconien von *Sepia officinalis* und *Sepia elegans* ist der, welcher erst am Querschnitt zum Vorschein kommt; Fig. 20 wird dies klar machen.

Die letztern sind ebenfalls spindelförmig, mit 6eckigem Querschnitt, sind aber tief canellirt.

Interessant ist es auch, zu bemerken, dass in vielen Fällen eine dunkel gefärbte Stelle in deren Mitte sich erkennen lässt, was auf eine andere Zusammensetzung hinweist; wegen der Kleinheit derselben ist vorläufig nichts Sicheres au behaupten.

## Die Crista statica.

Fig. 28—35.

Die Crista von *Sepia officinalis* lässt dreierlei Arten von Zellen erkennen, nämlich eine Reihe grosser Sinneszellen, die ich Hauptzellen nennen will, mehrere Reihen von kleinern Sinneszellen, die Nebenzellen, und ausserdem Stützzellen, die sich zwischen die Sinneszellen einschalten.

Die Haupt- und Nebenzellen sind mit Sinneshaaren versehen und stehen, wie Owsjannikow u. Kowalewsky schon erkannt haben, unmittelbar mit Nerven in Zusammenhang.

Ein Querschnitt der Crista (Fig. 29) zeigt Folgendes:

In der Mitte verläuft eine Reihe der grossen Hauptzellen, die einen ansehnlichen Kern enthalten. Eine solche Hauptzelle verjüngt sich nach oben und trägt an ihrem freien Ende die Sinneshaare, deren Basalkörper, wie bei den Zellen der Maculae sehr deutlich sind. Von den Sinneshaaren setzen sich Fasern ziemlich weit in die Tiefe fort. Sie sind auf Schnitten bis in die Nähe des Kerns, manchmal noch etwas tiefer, verfolgbar.

An manchen Präparaten sieht man die Haare an der Spitze zusammengeklebt, wodurch der Eindruck eines Kegels entsteht.

Die Sinneshaare der Hauptzellen stehen auf dem freien Ende der Zelle in einer hufeisenförmigen Linie (Fig. 30).

Durch Maceration isolirte Zellen zeigen einen von ihrem Hinterende ausgehenden Nervenfortsatz, so dass also auch hier primäre Sinneszellen vorliegen (Fig. 30—32).

Fig. 31 giebt eine Vorstellung, wie die Sinneszellen verlaufen und mit Nerven in directer Verbindung stehen, und die folgende Fig. 32 zeigt uns sehr deutlich den feinern Zusammenhang, wie die einzelnen Neurofibrillen in die Zellen verlaufen.

Die Reihe der mittlern Zellen wird begleitet von den Nebenzellen, die sich aber, abgesehen von der geringern Grösse und von der Anordnung der Sinneshaare, in keiner Weise von den Hauptzellen unterscheiden. Die Wimperhaare bedecken die ganze freie Zellfläche.

Zwischen den Sinneszellen kommen Stützzellen vor, deren Kerne

meist weit unten liegen. Das basale Ende dieser Zellen breitet sich füsschenartig aus.

Wie Fig. 34 zeigt, bilden die Stützzellen auch hier an der freien Fläche eine Membrana limitans.

Auf einer Seite der Crista überwiegt die Zahl der Nebenzellen etwas. Auf beiden Seiten geht die Crista in das einfache, die Cyste auskleidende Epithel über.

Fig. 28 zeigt die Lage der Crista und deren Beziehung zu den Nerven, sie stellt einen Sagittalabschnitt einer Statocyste dar.

Nachdem der statische Nerv aus dem Pedalganglion herausgetreten ist, verläuft er ganz dicht an der Oberfläche der Cyste und sendet seine Nervenfasern unterhalb des auskleidenden Epithels zu der Crista hin.

Der Kölliker'sche Gang ist von einfachem Flimmerepithel ausgekleidet (Fig. 37).

Die Cilien schicken ihre Fortsätze weit in das Protoplasma hinein. Sie sind recht lang, in manchen Fällen übertrifft die Länge der Cilien die Länge der Zelle selbst, wie z. B. bei *Veranya sicula* (Fig. 38).

Fig. 36 zeigt Oeffnung und Anfangstheil des Canals im Längsschnitt.

Das Flimmerepithel setzt sich von der Oeffnung aus noch eine Strecke weit auf die äussere Oberfläche der Cyste fort, so dass die Oeffnung ganz von diesen Flimmerzellen umgeben ist.

## B. *Octopus* und die Octopoden.

Fig. 39—51.

Der perilymphatische Raum wird, wie oben angegeben, von zahlreichen, Blutgefässe führenden Bindegewebssträngen durchsetzt (Fig. 39—45).

Fig. 44 zeigt deren feinern Bau. Die Stränge sind ihrerseits von feinsten Bindegewebsfasern umsponnen.

Die Stelle, die auf Fig. 44 abgebildet ist, befindet sich in der nächsten Nähe der Macula.

Die oben nach ihrer allgemeinen Anordnung erwähnten verdickten Stellen der Statocystenwand sind dem Knorpel etwas ähnlich, nur enthalten sie, wie die andern Theile der Blase, mehr Bindegewebe sowohl wie Muskelfasern, welche überall verbreitet sind.

Da der bindegewebige Wulst aus der Blasenwand hervorgegangen ist, so zeigt er in seiner Beschaffenheit sehr viel Aehnlichkeit mit ihr, nur besteht der Wulst, wie Owsjannikow u. Kowalewsky bemerken, auch aus einer ziemlich entwickelten gallertartigen Zwischensubstanz.

Unter den Octopoden im Ganzen herrscht allgemeine Gleichförmigkeit des histologischen Baues.

Bei *Ocythoe tuberculata* — einem pelagischen Thier —, für welche die gröbern Verhältnisse auf Fig. 43 zu erkennen sind, kommen einige erwähnenswerthe Abweichungen vor. Die Blasenwand ist vor allem dicker und repräsentirt ein ansehnlicheres Häutchen. Bemerkenswerth ist auch die beinahe weitgehende Aehnlichkeit des bindegewebigen Wulstes mit den Verdickungen der Blasenwand, die bei *Ocythoe* ziemlich ausgedehnt sind (Fig. 47).

Der bindegewebige Wulst zeigt in der vacuolisirten und zahlreiche Fibrillen führenden Grundsubstanz eingebettet zahlreiche Zellen (Fig. 45).

Die Structur der Blasenwand von *Ocythoe* ist eine sehr fasrige, sie besteht aus Bindegewebe, Muskelfasern und hindurchtretenden Blutgefässen, die in einer dichten Intercellularsubstanz eingebettet sind (Fig. 47).

Die Macula princeps mit dem Statolithen der Octopoden. Fig. 40, 46—49.

Mikroskopisch sind dieselben Zellen nachzuweisen, die wir bei den Decapoden gefunden haben. Nur besteht ein Unterschied darin, dass unter der Schicht der Sinneszellen eine Lage von grossen Ganglienzellen in der Nervenfaserschicht eingebettet liegt. Ihre Vertheilung ist eine ziemlich gleichmässige, sie senden ihre Fortsätze nach unten.

Ich vermuthete zuerst, dass diese Zellen vielleicht irgendwie mit der Oberfläche der Macula statica verbunden wären. In einigen Präparaten meinte ich geringe Fortsätze nach oben wahrnehmen zu können, es stellte sich aber nichts Sicheres heraus, im Gegentheil, ich glaube, dass keine solchen nach oben verlaufenden Fortsätze vorkommen.

In einer ganz bestimmten Region der Macula, in der Mitte derselben, findet sich ebenfalls, wie bei den Decapoden, eine kleine Fläche von einfachen Epithelzellen, deren untere Enden nach beiden Seiten zu aus einander weichen. Dazwischen verläuft der Nervenstamm (Fig. 46).

Diese Zellen, die auf Fig. 46 abgebildet sind, tragen bei einem ganz jungen Exemplar von *Octopus vulgaris* ganz kleine Wimpern, die nur mit starker Vergrösserung wahrzunehmen sind.

Die Sinnesepithelien mit den Stützelementen zeigen dieselbe Beschaffenheit, die ich für die Decapoden beschrieben habe, auch gilt für die Octopoden die Ausbreitung der Membrana terminalis.

Das Protoplasma der Zellen erweist sich überall als sehr vergänglich, wie schon Boll bemerkte.

Der Statolith sitzt vermittels seines organischen Theiles auf den Härchen der Macula princeps.

Die organische Masse zeigt wieder zahlreiche Löcher, in welche die Wimperbüschel der Sinneszellen hineinragen.

Die cuticulare Membran, die den Statolithen umgiebt, steht mit den Rändern der Macula in Verbindung, und zwar da, wo die Sinneszellen aufhören und der allmähliche Uebergang zum einfachen Epithel stattfindet.

Bei Präparaten, die mit Delafield'schem Hämatoxylin gefärbt sind, ist dies sehr deutlich zu sehen. Ein solches zeigt Fig. 40.

Boll beschreibt den Statolithen von *Octopus* in folgender Weise: „Der schon mit blossem Auge sichtbare weisse Otolith stellt einen schiefen Kegel mit etwas gebogener Spitze dar. Die ovale Basis sitzt auf der Gehörscheibe und deckt sie völlig."

„Obwohl er bei allen untersuchten Individuen stets die gleiche Form zeigt, stellt er doch keine einheitliche Krystallbildung, sondern nur ein mehr oder weniger lockeres Aggregat einer Anzahl ausserordentlich kleiner prismatischer Krystalle dar, von denen eine ganze Schicht beim Entfernen des Otolithen auf der Gehörscheibe zurückbleibt."

Hierzu möchte ich Folgendes bemerken:

Was Boll über die Form sagt, ist im Wesentlichen richtig, doch bestehen einige bemerkenswerthe Abweichungen, auf die ich hier aufmerksam machen möchte.

In erster Linie besitzt der Statolith von *Octopus vulgaris* eine deutlich nachweisbare Rinne, die am Rande eine Einbuchtung erfährt und beinahe zur Spitze hin verläuft (Fig. 42). Erwähnt mag noch werden das Auftreten eines blasenähnlichen Gebildes, welches die Spitze umgiebt.

Diese kleine Blase ist mit dem blossen Auge nicht wahrzunehmen.

Bei *Eledone moschata* lässt sich weder Rinne noch Blase nachweisen.

Wenn wir ausser diesen auch die scharfe Spitze ausser Betracht lassen, die bei *Eledone* auch nicht vorkommt, so verhalten sich die erwähnten Statolithen in allem Uebrigen gleich, wie Boll sagt.

Blase und Rinne fehlen ebenfalls bei *Octopus defilippii*, dessen Statolithen selbstverständlich viel kleiner sind.

Was Boll in Bezug auf die Zusammensetzung der Statolithen aus einer Anzahl kleiner prismatischer Elemente sagt, trifft zu; dass

aber eine ganze Schicht beim Entfernen des Statolithen auf der Macula zurückbleibt, konnte ich nie beobachten.

Aus der Betrachtung von Dünnschliffen der Statolithen ergiebt sich, dass der central gelegene organische Theil von einer aus Kalkprismen zusammengesetzten Lage umgeben wird, welche oberflächlich von einer cuticularen Membran bedeckt wird, die in der Peripherie den Zusammenhang mit der Macula statica herstellt (Fig. 40).

Was Boll als Ueberreste einzelner Krystalle deutet, ist nichts anderes als Theile der organischen Masse, die sehr leicht an den Härchen der Sinneszellen hängen bleibt, wie es auch bei den Decapoden der Fall ist.

An der Mac. statica von *Ocythoe tuberculata* finden wir ausser den Zellenreihen, die den Octopoden sonst zukommen, noch eine weitere Reihe von Zellen, die etwas unregelmässig zerstreut, sich gewöhnlich dunkel färbend, in der äussern Nervenschicht sich befinden.

Die Zellen sind keineswegs gleichförmig gebaut, wie aus der Betrachtung von Fig. 48 und 49 hervorgeht, sie senden in jedem Fall Fortsätze nach oben, die sich in der Nähe der zweiten untern Reihe von Sinneszellen verlieren.

Da ich von diesen verhältnissmässig seltenen pelagischen Cephalopoden nur wenig Material hatte, so konnte ich diese Dinge nicht weiter verfolgen.

Ich möchte noch eines erwähnen. Mehrere von den Zellen der zweiten Reihe enthielten an verschiedenen Stellen des Protoplasmas ziemlich grosse körnige Einschlüsse. Manche besassen nur einen, wie auf Fig. 48 abgebildet ist, andere dagegen mehrere. Ob diese von besonderer Bedeutung sind oder nicht, bin ich nicht im Stande zu sagen.

Die Crista von *Octopus vulgaris* läuft ohne Unterbrechung an der Blasenwand herum.

Bei Betrachtung von der Fläche fallen sofort im Gegensatz zu den Decapoden zwei Längsreihen der Hauptzellen ins Auge (Fig. 50). Stützzellen sind auf Fig. 51 abgebildet.

Was die von Boll besprochene Parallelstreifung des Protoplasmas anbelangt, so haben meine Untersuchungen gezeigt, dass die Körnerreihen von Boll in allen Fällen als von den Sinneshaaren in die Tiefe steigende Fortsätze zu deuten sind.

Der herantretende Nerv — der Nervus cristae staticae — verläuft nicht, wie Boll sagt, auf der Aussenseite der Blase, sondern, nachdem er die Knorpelkapsel durchsetzt hat (Fig. 41), durchbricht er auch die Blasenwand und zieht an deren Innenseite zur Crista hin.

Hier breiten sich die Nervenfasern aus und gehen in die Sinneszellen über.

## Embryologisches.

Fig. 25 u. 35.

Obwohl ich nur Embryonen von *Sepia officinalis* und *Loligo vulgaris* zur Verfügung hatte, liess sich doch einiges ermitteln.

An der embryonalen Macula sind die Sinneszellen spärlich; indem sie an Zahl zunehmen, breiten sie sich weiter nach der Peripherie aus.

Der Statolith, der seine definitive Gestalt noch nicht gewonnen hat, sitzt schon auf der Macula princeps. Er kommt also sehr frühzeitig zur Ausbildung.

Er zeigt in diesem Fall gewisse Hohlräume, die ich nicht erklären kann.

Der organische Theil ist hier auch schon leicht von dem krystallinischen zu unterscheiden.

Grenacher (1874) sowohl wie Balfour (1891) nehmen bei ihren embryonalen Untersuchungen an Cephalopoden an, dass der Statolith auf der Crista zur Bildung kommt.

Diese Annahme wurde auch von Korschelt u. Heider (1890) in das Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte aufgenommen; es heisst darin: „An der Wand des Hörbläschens, welches der Einmündungsstelle des Kölliker'schen Ganges ungefähr gegenüber liegt, verdickt sich das Epithel zur Bildung einer Crista acustica und hier findet sodann die Ausscheidung des bohnenförmig oder rundlich gestalteten Otolithen statt."

Da nun aber der Statolith bei dem erwachsenen Thier immer auf der Macula princeps sitzt, wäre die Auffassung Grenacher's nicht haltbar; selbst wenn es mir auch nicht gelungen wäre, dieselbe Thatsache auch schon beim Embryo festzustellen.

Ein weiterer Punkt, über welchen Grenacher im Unklaren ist, ist der der Bildung der Crista und Macula princeps. Von einer specifisch differenzirten Platte hat er nichts zu Gesicht bekommen, und er meinte, dass sie sich erst später als Differenzirungsproduct aus der embryonalen Crista hervorbilde und lostrenne.

Ich habe bei Embryonen sowohl von *Loligo vulgaris* als von *Sepia officinalis* specifisch differenzirte Zellen der Crista einerseits (Fig. 35) und der Macula princeps andrerseits wahrnehmen können, ein Beweis, dass sich die Macula nicht aus der Crista bildet (Fig. 25).

Da die Species der von Grenacher beschriebenen Cephalopoden

unbekannt ist, wäre es freilich möglich, dass bei dieser Art eine Verschiedenheit vorkommt, obwohl das nicht gerade wahrscheinlich ist.

Es gelang mir auch, die Statoconien schon embryonal nachzuweisen (nur sind sie selbstverständlich spärlicher vorhanden), entsprechend der geringen Ausdehnung der Maculae neglectae.

Ich möchte nicht mit absoluter Sicherheit behaupten, aber es scheint mir sehr wahrscheinlich, dass die beiden Maculae neglectae embryonal mit der Macula princeps aus einer gemeinsamen Anlage entstehen.

An jungen Embryonen schon macht sich eine besondere Differenzirung bemerklich, die dann später durch höhere Epithelzellen getrennt wird.

Dieses losgetrennte Epithel trägt später die Statoconien.

Fig. 24, welche sich auf einen Embryo von *Sepia officinalis* bezieht, lässt die Verbindung der Nerven mit den Sinneszellen der Macula princeps aufs allerdeutlichste erkennen.

Ueber die Entstehungsweise der Statolithen ergaben meine Untersuchungen leider nichts.

## Literaturverzeichniss.


1840. Krieger, E., De otolithis, Diss. Berlin.

1844. Kölliker, A., Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden, Zürich.

1868. Owsjannikow, Ph., und A. Kowalewsky, Ueber das Centralnervensystem und das Gehörorgan der Cephalopoden, in: Mém. Acad. Sc. St. Pétersbourg, (Sér. 7) V. 11, No. 3.

1869. Boll, F., Beiträge zur vergl. Histologie des Molluskentypus, in: Arch. mikrosk. Anat., V. 6, Suppl.

1872. de Lacaze-Duthiers, H., Otocystes ou capsules auditives des Mollusques. (Gastéropodes), in: Arch. Zool. exp., V. 1, p. 97—168.

1874. Keller, C., Beiträge zur feinern Anatomie der Cephalopoden, in: Bericht üb. d. Thät. der naturw. Ges. Zürich (1872/73).

1874. Grenacher, H., Zur Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden, in: Z. wiss. Zool., V. 24, p. 419—498.

1875. Lankester, E. Ray, Observations on the development of the [Cephalopoda, in: Quart. J. microsc. Sc., (N. S.) V. 15, p. 37—47.

1880. Engelmann, Th. W., Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen, in: Arch. ges. Physiol., V. 23, p. 505.
1881/2. Balfour, F. M., Handbuch der vergl. Embryologie, deutsche Ausgabe.
1887. Engelmann, Th. W., Ueber die Function der Otolithen, in: Zool. Anz., Jg. 10, p. 439—444.
1887. Delage, Y., Sur une fonction nouvelle des otocystes comme organes d'orientation locomotrice, in: Arch. Zool. exp., (Sér. 2) V. 5, p. 1—26.
1891. Verworn, M., Gleichgewicht und Otolithenorgane, in: Arch. ges. Physiol., V. 50, p. 423—472.
1893. Korschelt und Heider, Lehrbuch der vergl. Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere, Theil 3.
1894. v. Uexküll, A., Physiol. Untersuchungen an Eledone moschata, in: Z. Biol., (2) V. 12, p. 317—327.
1895. —, Zur Analyse der Functionen des Centralnervensystems, ibid. V. 13, p. 584—609.
1895. Bethe, A., Die Otocyste von Mysis, in: Zool. Jahrb., V. 8, Anat., p. 544—564.
1896. Jatta, G., I cefalopodi viventi nel Golfo di Napoli, in: Fauna Flora Neapel, Monogr. 23.
1896. Beer, Th., Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse über das Hören der Thiere, in: Wien. klin. Wochenschr., V. 9, No. 39.
1898. Hensen, V., Wie steht es mit der Statocysten-Hypothese? ibid. V. 74, p. 22—42.
1899. Beer, Th., Vergl.-physiol. Studien zur Statocystenfunction, I u. II, in: Arch. ges. Physiol., V. 74, p. 364—382.
1900. Lang, A., Lehrbuch der vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere, Mollusca, 2. Aufl.

## Erklärung der Abbildungen.

Tafel 1—5.

---

*B* Blutgefässe
*Ba* Basalkörper
*Bd* Bindegewebe
*Bd. B* Blutgefässe, mit Bindegewebe umgeben
*Bl* Blase
*C. E* Cavum endolymphaticum
*C. P* Cavum perilymphaticum
*C. S* Crista statica
*Ep* Epithel
*Fl. Ep* Flimmerepithel
*Gekr. Za* gekrümmte Zapfen
*Hpt. Z* Hauptzellen
*Ind. Z* indifferente Zellen
*Kn* Knorpel
*Kn. K* Knorpelkapsel
*Köll. G* Kölliker'scher Gang
*Kr* krystallinischer Theil
*M. n. a* Macula neglecta anterior
*M. n. p* Macula neglecta posterior
*M. s. p* Macula statica princeps
*M. t* Membrana terminalis
*Nb. Z* Nebenzellen
*N. c. s* Nervus cristae staticae
*Nf* Nervenfasern
*Nfi* Neurofibrillen
*N. m. s* Nervus maculae staticae
*Nu* Nucleus
*Org* organischer Theil
*Sta* Statocyste
*Sin. Z* Sinneszelle
*Stl* Statolith
*Sz* Stützzellen
*W* Wimpern
*Z* Zapfen.

### Tafel 1.

Fig. 1. *Sepia officinalis.* Kopf, von der Trichterseite präparirt, um die Lage der Statocysten zu zeigen. Nur die Hälfte ausgeführt. 3 : 2. *Tt* Tentakeltasche, *Bu. m* Buccalmasse, *Aug. l* linkes Auge.

Fig. 2. *Sepia officinalis.* Die rechte Statocyste von Fig. 1. 7 : 1. *Sta. h* Höhlung der Statocyste, *Schw* Scheidewand.

Fig. 3. *Sepia officinalis.* Innenseite der kopfwärts gelegenen Hälfte der Statocysten. Die Cysten sind durch einen zur Medianebene senkrechten Schnitt halbirt. 7 : 1. *Visc. g* Visceralganglion, *Oe* Oesophagus.

Fig. 4. *Octopus vulgaris.* Kopf, von der Trichterseite präparirt, um die Lage der Statocysten zu zeigen. Nur die Hälfte ausgeführt. 3 : 2.

Fig. 5. *Octopus vulgaris.* Die rechte Cyste von Fig. 4. 7 : 1.

Fig. 6. *Octopus.* Schematische Darstellung einer Statocyste. Sagittalschnitt.

Fig. 7—9. *Loligo vulgaris.* 3 auf einander folgende Schnitte senkrecht zur Längsaxe. Die mit *A* bezeichneten Stellen gehören zusammen; ebenfalls die mi *B* markirten. 7 : 1.

Tafel 2.

Fig. 10 u. 11. *Rossia macrosoma.* 2 auf einander folgende Schnitte senkrecht zur Längsaxe. Statocyste in zwei Hälften dargestellt. Die mit *A* bezeichneten Theile passen auf einander. 7 : 1. *Spd* Speicheldrüsen.

Fig. 12. *Sepia officinalis.* Der Statolith der rechten Cyste, von oben gesehen. 28 : 1.

Fig. 13. *Sepia officinalis.* Dünnschliff eines Statolithen mit seinen krystallinischen und organischen Massen. 41 : 1.

Fig. 14. *Loligo vulgaris.* Der Statolith der rechten Cyste, von oben gesehen. 21 : 1.

Fig. 15. *Todaropsis veranyi.* Statolith der rechten Cyste, von oben gesehen. 75 : 1.

Fig. 16. *Sepiola rondeletii.* Statolith der rechten Cyste, von oben gesehen. 41 : 1.

Fig. 17. *Sepia officinalis.* Der Statolith auf der M. princeps mit hinzutretenden Nerven und der indifferenten Zellenfläche in der Mitte der Macula. Schnitt parallel der Schalenseite. 41 : 1.

Fig. 18. *Sepia officinalis.* Einzelne Statoconien. 530 : 1.

Fig. 19. *Sepia officinalis.* Querschnitt durch Statoconien. 530 : 1.

Fig. 20. *Sepia elegans.* Querschnitte der Statoconien. 530 : 1.

Fig. 21. *Sepiola rondeletii.* Statolith mittels seines organischen Theiles mit der M. princeps verbunden. Die Wimperbüschel ragen in diesen hinein. Sagittalschnitt. 125 : 1. *Cu. M* cuticulare Membran.

Fig. 22. *Sepia officinalis.* Stück der Macula statica princeps auf Knorpel. 420 : 1.

Fig. 23. *Sepia elegans.* Ansicht der M. princeps von der innern Oberfläche aus einem Schnitt senkrecht zur Medianebene. 420 : 1.

Tafel 3.

Fig. 24. *Sepia officinalis.* Embryo. Einzelne grosse Sinneszellen der M. princeps, mit den Nervenfasern zusammenhängend. Schnitt parallel der Schalenseite. 420 : 1.

Fig. 25. *Loligo vulgaris.* Embryonale Statocysten. Schnitt parallel der Schalenseite. 180 : 1. *lb* Leber.

Fig. 26. *Sepia elegans.* Ein Stück der Macula neglecta anterior. Sagittalschnitt. 420 : 1.

Fig. 27. *Sepia officinalis.* Flächenpräparate der M. neglecta anterior. Das Verhalten der Stützzellen zu den Sinneszellen. 530 : 1.

Fig. 28. *Sepia officinalis.* Sagittalschnitt durch eine Statocyste mit dem Nervus cristae staticae. 20 : 1. *Tr. n* Trichternerv, *Ped. g* Pedalganglion.

Fig. 29. *Sepia officinalis.* Querschnitt durch die Crista statica. 420 : 1.

Fig. 30. *Sepia officinalis.* Eine isolirte Hauptzelle der Crista mit Fortsatz. Die Basalkörper in Hufeisenform angeordnet. 420 : 1.

Fig. 31. *Sepia officinalis.* Die Vereinigung der Sinneszellen der Crista mit den Nerven. 420 : 1.

Tafel 4.

Fig. 32. *Sepia officinalis.* Eine Sinneszelle der Crista statica (Fig. 31), mit starker Vergrösserung dargestellt, um das Verhalten der Neurofibrillen zu zeigen. 770 : 1.

Fig. 33. *Sepia officinalis.* Ansicht eines Stückes der Crista von oben. 420 : 1.

Fig. 34. *Sepia officinalis.* Embryo. Längsschnitt durch die Crista in der Region der Nebenzellen. 530 : 1.

Fig. 35. *Sepia officinalis.* Embryo. Die embryonale Crista, quer. 420 : 1.

Fig. 36. *Sepia officinalis.* Kölliker'scher Gang. Mündung in den endolymphatischen Raum. Sagittalschnitt. 125 : 1.

Fig. 37. *Loligo marmorae.* Ein Stück des Flimmerepithels vom Kölliker'schen Gang. 420 : 1.

Fig. 38. *Veranya sicula.* Kölliker'scher Gang, quer. 420 . 1.

Fig. 39. *Octopus vulgaris.* Linke Statocyste mit Ansicht von links (aussen) auf die Blasenwand mit der Crista und dem Kölliker-schen Gang; etwa 10 : 1.

Fig. 40. *Octopus defilippii.* Sagittalschnitt durch eine Cyste. 22 : 1.

Fig. 41. *Octopus defilippii.* Nervus maculae staticae und Nervus cristae staticae, zu den Nerven und Apparaten verlaufend. 22 : 1.

Fig. 42. *Octopus vulgaris.* Statolith, von oben gesehen. 20 : 1.

Tafel 5.

Fig. 43. *Ocythoe tuberculata.* Die rechte Statocyste, lateral aufgeschnitten. 7 : 1.

Fig. 44. *Ocythoe tuberculata.* Blutgefässe führende Bindegewebsstränge, in der Nähe der M. staticae an die Blasenwand herantretend. Schnitt parallel der Schalenseite. 100 : 1. *Bl.w* Blasenwand.

Fig. 45. *Ocythoe tuberculata.* Stück der Wand mit dem bindegewebigen Wulst ungefähr in der Mitte derselben. 420 : 1. *Pl.ep* Plattenepithel.

Fig. 46. *Octopus vulgaris.* Junges Exemplar. Mittelregion der M. statica mit den indifferenten Epithelzellen. 420 : 1.

Fig. 47. *Ocythoe tuberculata.* Macula mit Nervzutritt. Schnitt senkrecht zur Längsaxe. 41 : 1. *Ver* Verdickung.

Fig. 48. *Ocythoe tuberculata.* Theil eines Schnitts durch die Macula, Schnitt senkrecht zur Längsaxe. 420 : 1. *gr* Granula.

Fig. 49. *Ocythoe tuberculata.* 2 in der Nervenfaserschicht der Macula gelegene Zellen. Schnitt senkrecht zur Längsaxe. 420 : 1.

Fig. 50. *Eledone moschata.* Mittelregion mit den 2 Hauptzellen der Crista. Querschnitt. 420 : 1.

Fig. 51. *Eledone moschata.* 2 Stützzellen der Crista. 420 : 1.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena

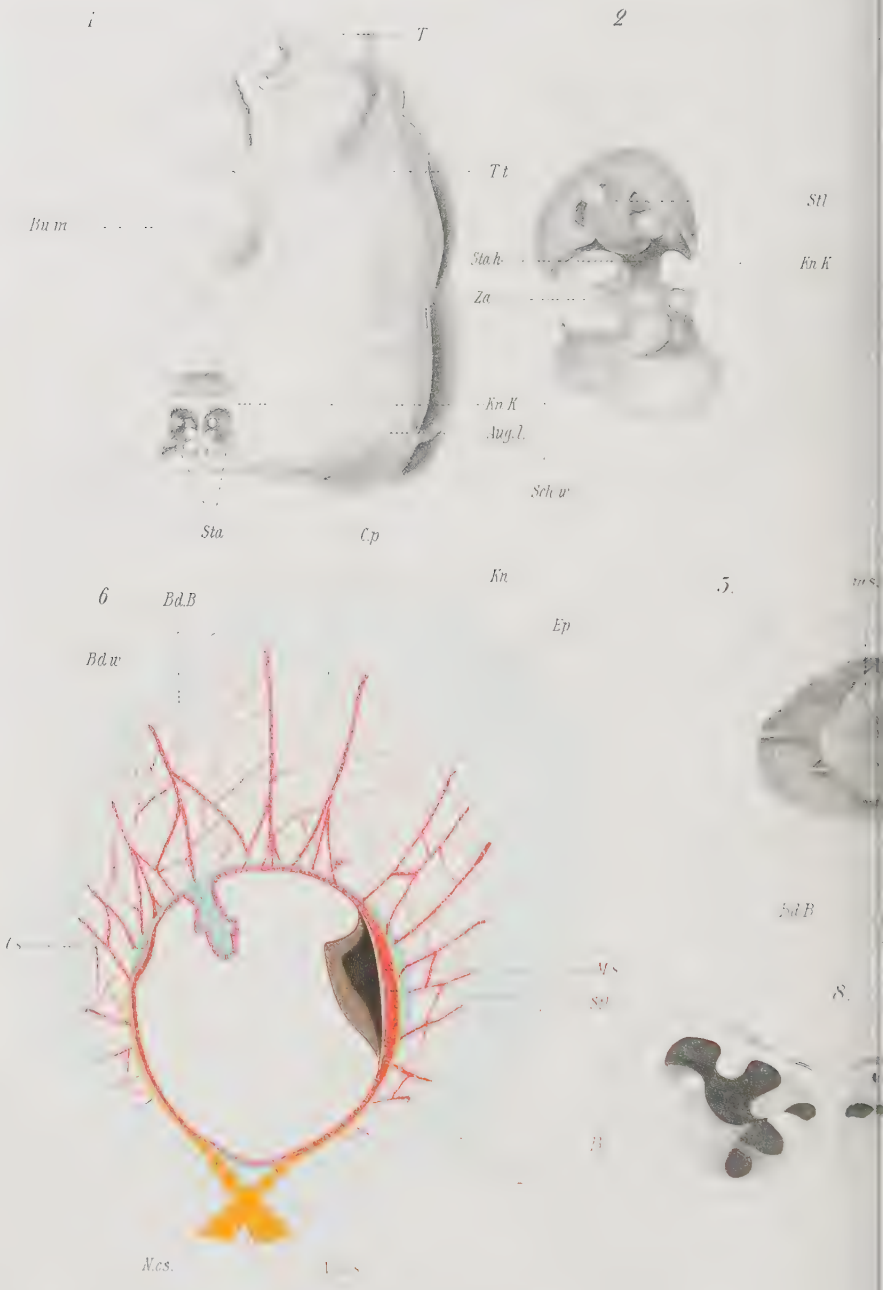
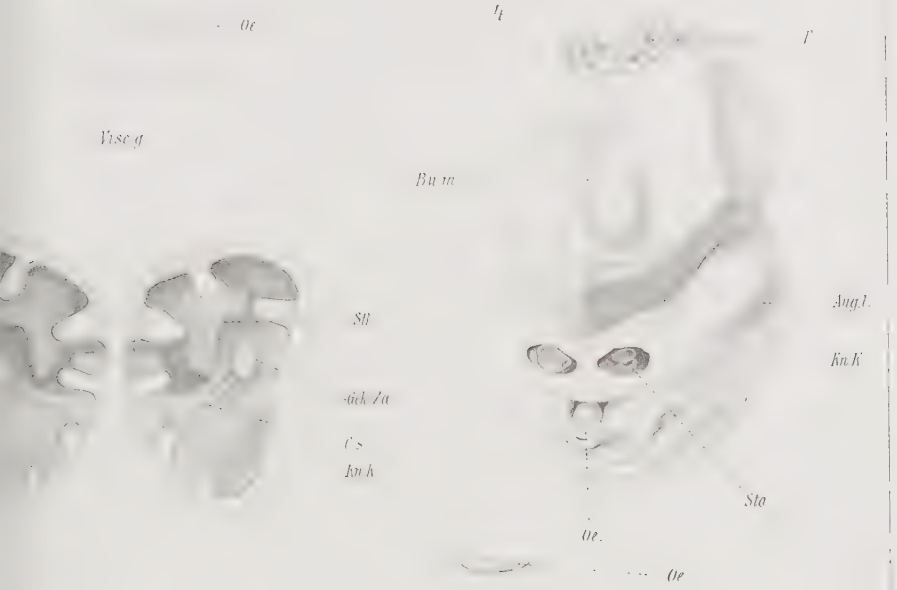



Fig. 6 Hamlyn-Harris, 1-5 u 7-9 Genter qez.




7.

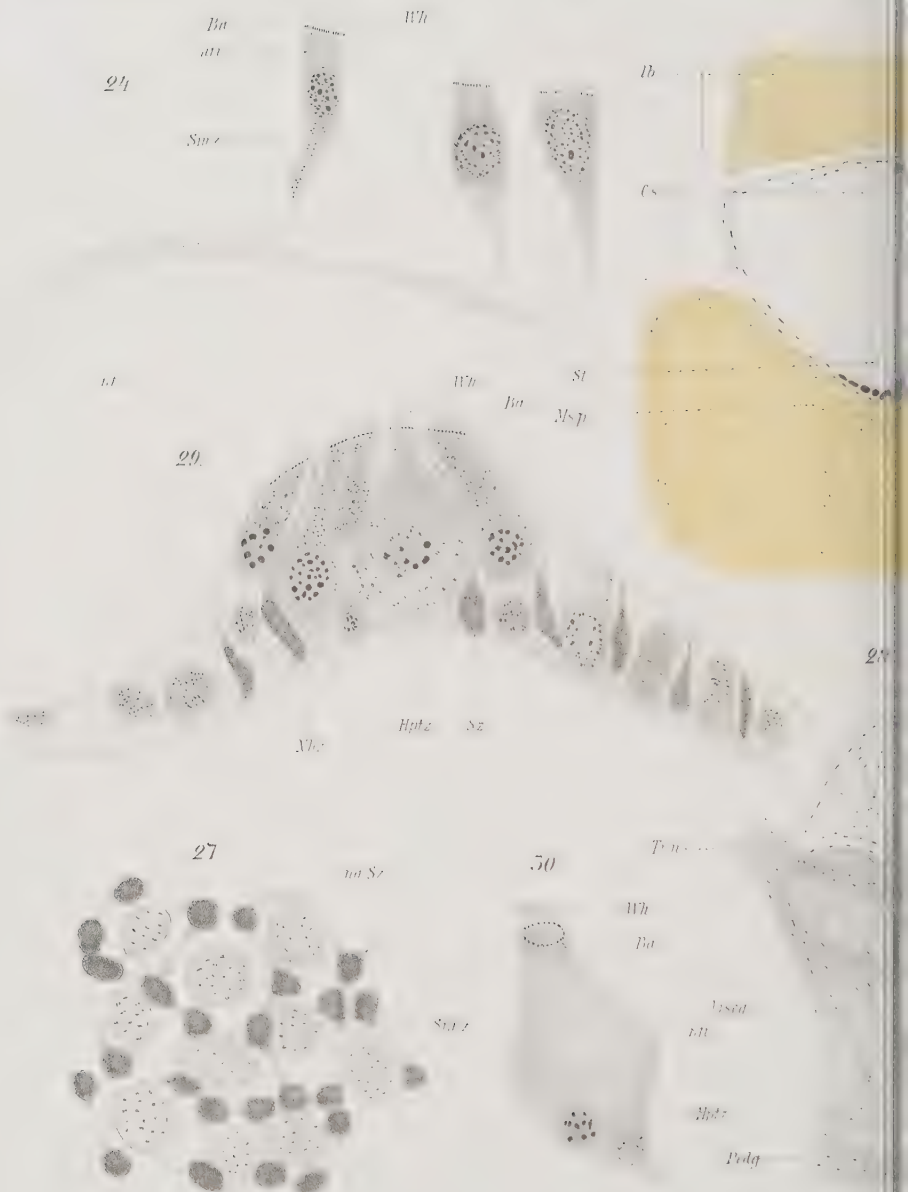
9.

Lith Anst v. J. Arndt, Jena.

Fig. 13-15 u. 17-20 Hamdyn-Harris, 10-12 u. 16 Gerber gez.

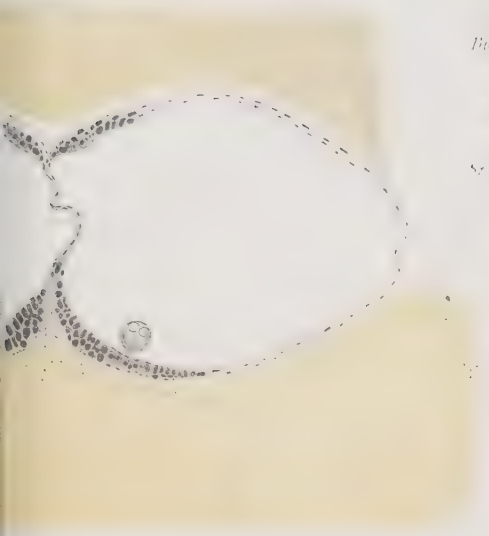
Verl. v. Gu

Lith. Anst v J Arndt, Jena.

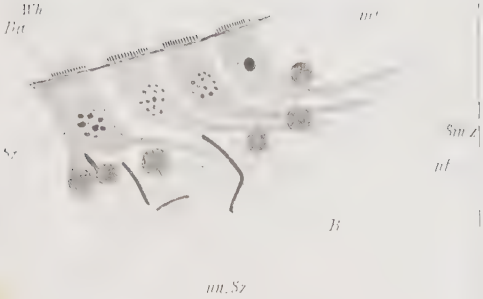



Hamlyn-Harris geo.

27



26



31

Lith. Anst v J Arndt, Jena.

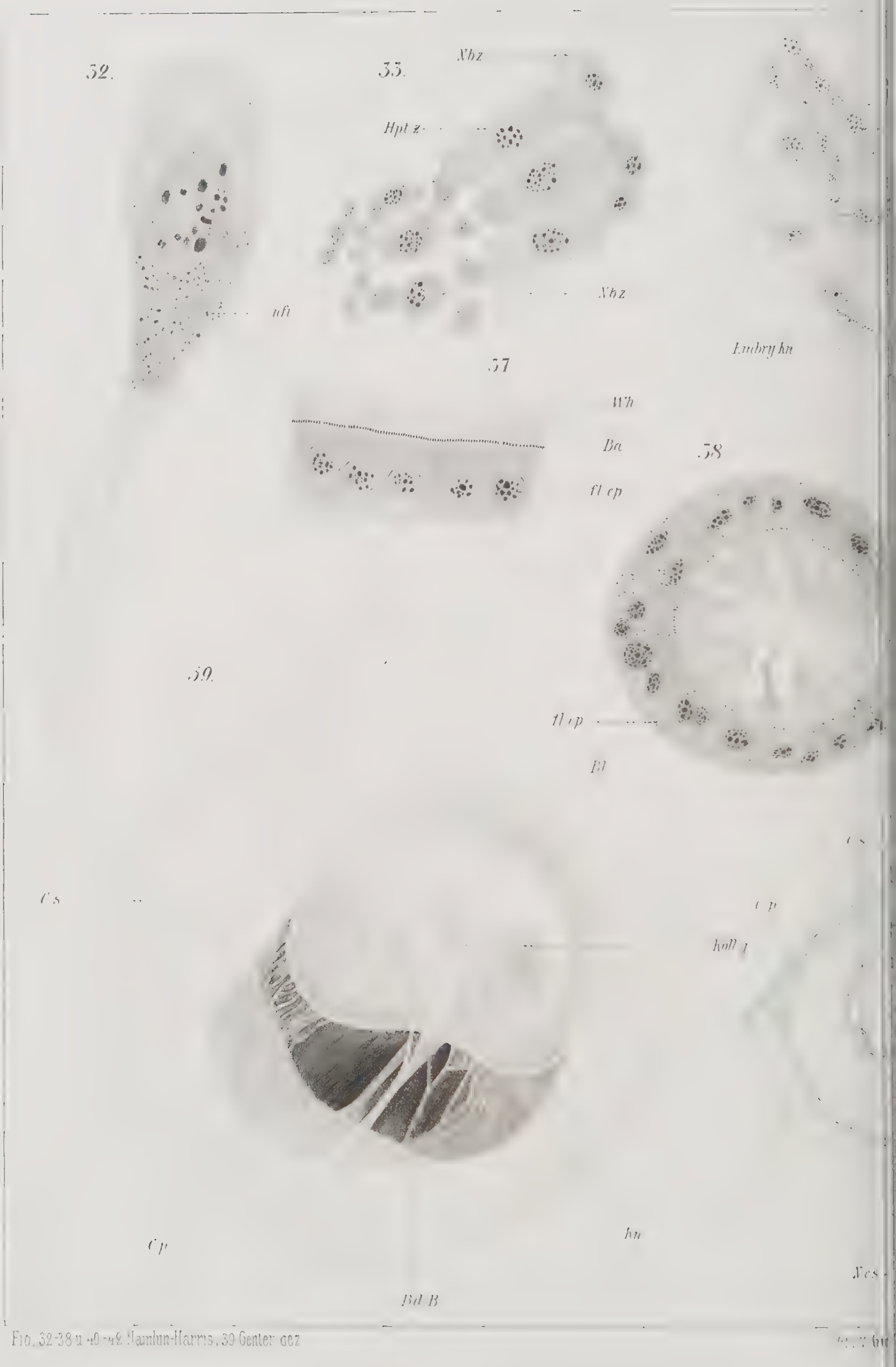
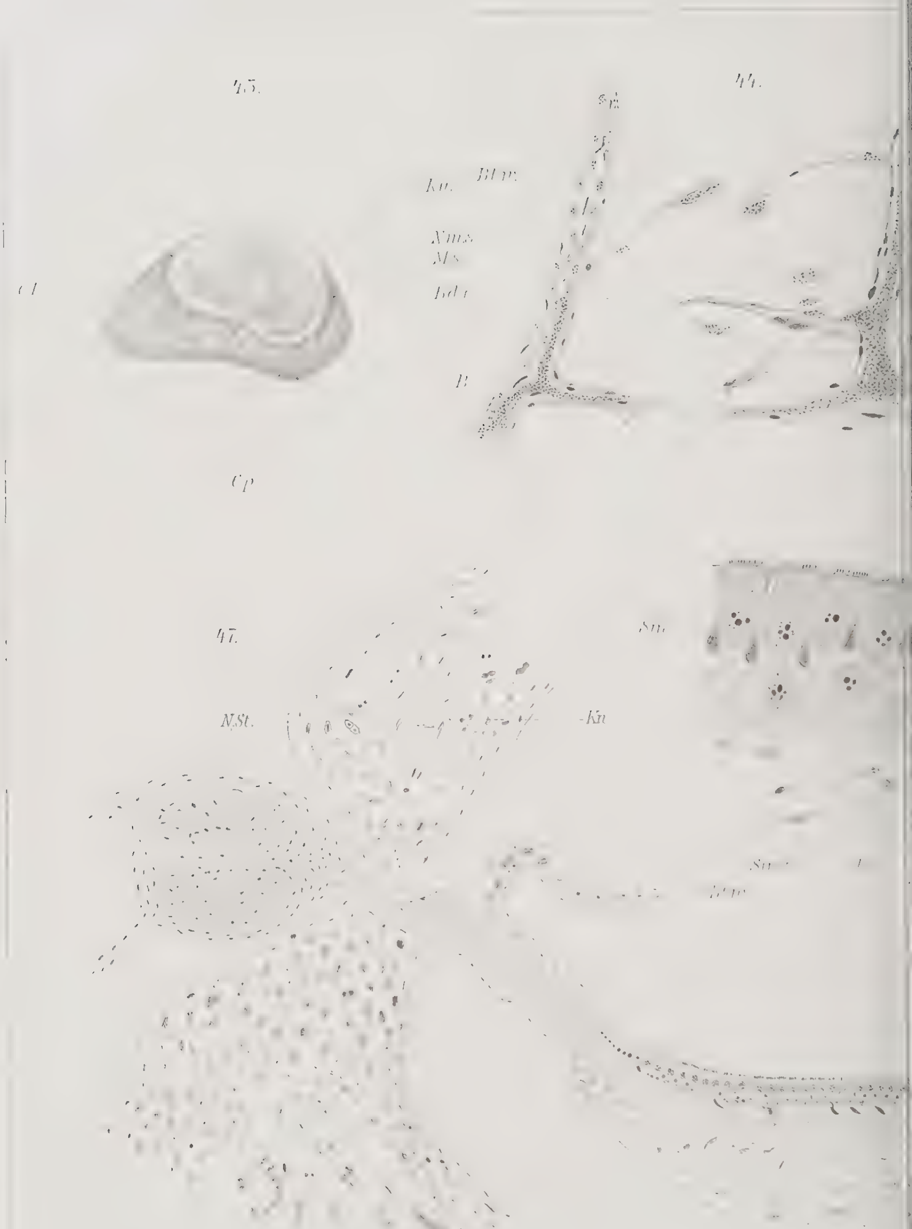



Fig. 32-38 u. 40-42 Hamlyn-Harris, 39 Genter gez.

ith Anst.v J Arndt Jena.



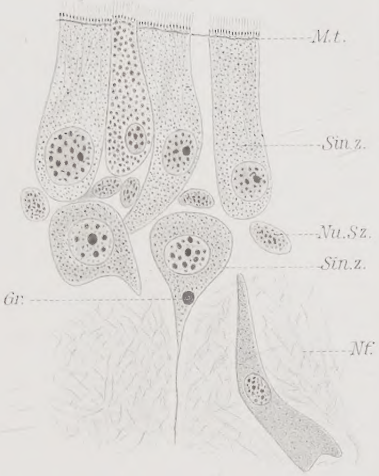
47.
N.St.
Kn

45. pl.ep.

B.

Bd.z. fib.s.

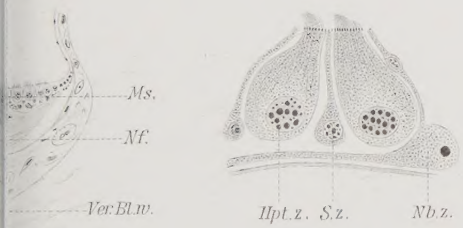
48.




nh. Jnd.z. 46.

49.

50.




51.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.